10.22092/spij.2019.120343

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۵، شماره ۱، سال ۱۳۹۸

ارزیابی سطح مقاومت برخی ژنوتیپ‌های گزینش شده بومی سیب به بیماری آتشک

Evaluation of Resistance Level of Some Selected Local Apple Genotypes to Fire Blight Disease

منصوره کشاورزی[۱]، سیما دامیار[۲]، داریوش آتشکار[۳] و مسعود نادرپور[۴]

۱- دانشیار، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲- محقق، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳- مربی، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۴- دانشیار، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲۵

چکیده

کشاورزی، م.، دامیار، س.، آتشکار، د. و نادرپور، م. ۱۳۹۸. ارزیابی سطح مقاومت برخی ژنوتیپ‌های گزینش شده بومی سیب به بیماری آتشک. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۵: ۱۰۸- ۹۵.**

بیماری آتشک با عامل *Erwinia amylovora* از خسارت‌زاترین بیماری‌های درختان میوه دانه‌دار از جمله سیب در سراسر جهان است. در این تحقیق سطح مقاومت به بیماری آتشک در ۲۲ رقم و ژنوتیپ منتخب بومی سیب در کنار دو رقم شاهد سیب زرد لبنانی (Golden Delicious) و سیب قرمز لبنانی (Red Delicious) مورد بررسی قرار گرفت. مواد گیاهی در تابستان ۱۳۹۲ روی پایه بذری سیب پیوند شدند. نهال‌های پیوندی در زمستان ۱۳۹۳ به گلدان منتقل و در اواسط بهار سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ با روش تلقیح سرشاخه در شرایط گلخانه مایه‌زنی شدند. زادمایه شامل مخلوطی از سویه‌های *E. amylovora* با منشا استان‌های البرز، آذربایجان غربی، کردستان و خراسان رضوی بود. پنج هفته پس از مایه‌زنی، شدت بیماری بلایت بر اساس نسبت طول نکروز به طول شاخه تلقیح شده تعیین و ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مختلف مقاومتی رده‌بندی شدند. در سال ۱۳۹۴ میانگین شدت بلایت ۲۴/۵۴ درصد بدست آمد که بیشتر از ۱۷/۶۸ درصد در سال ۱۳۹۵ بود. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که ژنوتیپ بذری (SSB) و رقم محلی شمیرانی تابستانه حساس‌ترین و ژنوتیپ‌های بیگی کنار رودخانه (B-K-KH)، تربتی (T-R1) و کوزه‌ای سلماس (GO-SA) از سطح مقاومت بالاتر برخوردار بودند. در مجموع، ژنوتیپ‌ها در چهار گروه حساس، نیمه حساس، نیمه مقاوم و مقاوم با فراوانی به‌ترتیب ۴/۱۲ درصد، ۱۲/۵ درصد، ۲۱/۷ درصد و ۶۲/۵ درصد از کل ژنوتیپ‌ها رده‌بندی شدند. هیچیک از ارقام و ژنوتیپ‌ها در گروه بسیار حساس قرار نگرفتند. بر این اساس، درصد قابل‌توجهی از ژنوتیپ‌های بومی مورد مطالعه که بطور عمده از ژنوتیپ‌های امیدبخش بودند از سطح مقاومت بالایی به آتشک برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: سیب، میوه دانه دار، حساسیت، زادمایه، نکروز.

نگارنده مسئول: kmansureh@gmail.com تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۲۵۴۱

مقدمه

بیماری آتشک با عامل *Erwinia amylovora* یکی از مهمترین بیماری‌های باکتریایی درختان میوه خانواده گلسرخیان (Rosaceae) در اکثر مناطق میوه‌کاری جهان است. این بیماری طیف میزبانی بسیار وسیعی دارد و از حدود ۲۰۰ گونه متعلق به ۴۰ جنس از این خانواده گزارش شده است و بویژه در گونه‌های به، گلابی، سیب، ازگیل و زالزلک از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار می‌باشد (Hassanzadeh, 1996; Vanneste, 2001). با وجودی‌که همه‌گیری این بیماری به صورت پراکنده (Sporadic) رخ می‌دهد، اما به دلیل بالا بودن اهمیت اقتصادی آن، همواره اولین یا دومین بیماری مورد توجه باغداران می‌باشد. به‌علاوه، قرنطینه بودن عامل بیماری در برخی کشورها، موجب افزایش خسارت اقتصادی به‌دلیل ممنوعیت یا محدودیت صادرات از کشورهای آلوده می‌شود (Anonymous, 2016).

بیماری آتشک در اکثر کشورهای تولیدکننده سیب شایع بوده و اهمیت اقتصادی آن رو به افزایش است (Cooley *et al*., 2008; Korba *et al*., 2008). در قاره اروپا، این بیماری در اروپای مرکزی و جنوبی خسارت زیادی وارد می‌کند و در اروپای شمالی اهمیت چندانی ندارد اما خطر شیوع آن همواره وجود دارد. به‌عنوان مثال، خسارت شدید این بیماری در سال‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۸۲ از درختان سیب وحشی در انگلستان (Gwynne, 1984)، در سال‌های ۱۹۷۸ و ۱۹۸۴ از سیب و گلابی در فرانسه (Lecomte *et al*., 1998) و در سال ۱۹۹۵ از شکوفه سیب و گلابی در سوئد (Mani *et al*., 1996) گزارش شد.

عدم اقبال باغداران برای استفاده از برخی ارقام سیب مانند James Grieves، و نیز چند گونه سیب وحشی و زینتی *Cotoneaster salicifolius*, *Pyracantha atalantioïdes* در اروپا نیز به همین دلیل یعنی حساسیت آن‌ها به آتشک بوده است. در ایالات متحده نیز چندین مورد همه‌گیری شدید آتشک گزارش شده است که با خسارت اقتصادی بالایی همراه بود. برای مثال، همه گیری آتشک در سال ۲۰۰۰ سبب نابودی بیش از ۳۵۰ هزار اصله درخت سیب در ۱۵۰۰-۲۳۰۰ هکتار از باغ‌های سیب و کاهش ۳۵ درصدی این محصول در ایالت میشیگان شد و میزان خسارت ۴۲ میلیون دلار برآورد شد (Longstroth, 2000). خسارت ناشی از بیماری بلایت پایه با احتساب نابودی ۱۰ درصد درختان در باغات متراکم سیب میشیگان حدود ۸۸۱۸ هکتار تخمین زده شد (Momol *et al*., 1999).

بیماری آتشک در ایران، تاکنون از درختان گلابی، سیب، به، گلسرخ، ازگیل، زالزالک و پیراکانتا گزارش شده و به استثنای استان‌های چهارمحال و بختیاری، یزد، کرمان، کهگیلویه و بویراحمد، خراسان جنوبی، خوزستان و برخی

مناطق استان‌های اصفهان و فارس، در سایر مناطق سیب کاری شایع است (Hassanzadeh and Keshavarzi, 2007). این بیماری در سال‌های اخیر از استان اصفهان که با ۱۲ هزار هکتار باغ درختان میوه دانه‌دار یکی از قطب‌های اصلی سیب کاری کشور است، به باغات کاشان، نطنز، شاهین شهر، گلپایگان، خوانسار و شهرضا سرایت کرده است. تنها در منطقه سده کاشان در سال ۱۳۹۳، معادل ۱۲۰ میلیارد ریال خسارت وارد کرد، بطوریکه ۸۰ هکتار از باغات این منطقه بیش از ۵۰ درصد آسیب دیده و بسیاری از درختان خشک شدند و میزان برداشت میوه از ۲۵-۱۵ تن در هکتار به صفر رسید (Anonymous, 2014).

بر اساس نتایج آخرین بررسی‌های اپیدمیولوژیک، دو رکن اصلی در کنترل موفق بیماری آتشک از منظر زیست محیطی، کارآیی و پایداری، ارتقای مواد شیمیایی/بیولوژیک (از نظر کارآیی، با پایداری و سازگار با باغداری ارگانیک) و کاشت ارقام مقاوم است(Gusberti *et al*., 2015). با توجه به اینکه ارقام مختلف درختان میوه دانه‌دار از جمله سیب، سطح مقاومت مختلفی به این بیماری دارند (van der Zwet and Keil, 1979)، تاکنون برنامه‌های به‌گزینی متعددی برای ارتقای سطح مقاومت به آتشک در کشورهای اروپایی، آسیایی و آمریکایی انجام شده که مهم‌ترین آن‌ها مربوط به کشورهای ایالات متحده، نیوزیلند، کانادا، ترکیه، مجارستان، سوئد و فرانسه بوده است (Kellerhals *et al*., 2014; Baumgartner *et al*., 2012; Lespinasse and Aldwinckle, 2001; Toth *et al*., 2006; Sansavini *et al*., 2005; Norelli *et al*., 2003; Luby *et al*., 2002). مشخصات این برنامه‌ها توسط بل و همکاران (Luby *et al*., 2002) و جانیک و همکاران (Janick *et al*., 1996) گزارش شده است.

اسامی برخی ارقام جدید و سنتی سیب با حساسیت پائین به آتشک در گزارشات اخیر کلرهالز و همکاران (Kellerhals *et al.,* 2000) و شوبیچوسکی و همکاران (Szobiczewski *et al.,* 2006) آمده است و تعدادی از آنها در برنامه‌های دورگ گیری با هدف تجمیع صفات مطلوب باغی با مقاومت به بیماری آتشک گنجانده شده‌اند.

کشور ایران یکی از خاستگاه‌های اصلی سیب در دنیاست و سابقه کشت و کار سیب در آن به بیش از سه قرن پیش از میلاد می‌رسد. سپس به مرور زمان این محصول به دلیل دگرگشن بودن، دچار تنوع ژنتیکی گسترده‌ای شد که ماحصل آن به شکل درختان بذری گوناگون و متنوع در باغات قدیمی پراکنده شده‌اند. اما با ورود ارقام سیب زرد لبنانی (Golden Delicious) و قرمز لبنانی (Red Delicious) دهه ۴۰ و اقبال عمومی از آن‌ها، ژرم‌پلاسم متنوع سیب بومی کشور در خطر فرسایش و نابودی قرار گرفت. بنابراین

چندین برنامه بـه منظـور جمع‌آوری و حفـظ آن انجام شـد کـه در نهایـت در سـال ۱۳۸۲-۱۳۸۱، منجر به تشکیل "کلکسیون سیب بومی" مشـتمل بر ۳۵۰ ژنوتیپ جمع‌آوری شـده از ۱۳ اسـتان در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمالشهر، کرج شد.

بسیاری از ژنوتیپ‌های این کلکسـیون از نظر صـفات مهـم بـاغی از جملـه زمـان رسـیدن، بازارپسندی، انبارمانی، عملکـرد میـوه و مقاومـت بـه تنش‌هـای زنـده و غیرزنـده بررسـی شـده‌اند (Alizadeh *et al.*, 2012). همچنـین سلسـله مطالعاتی به‌منظور بررسی مقاومت این ژرم‌پلاسم به آتشک از سال ۱۳۹۵ آغاز شـده کـه همچنـان ادامـه دارد (Gorgizadeh *et al.*, 2015; Maleki Balajoo *et al.*, 2011). این پـژوهش در ادامه مطالعات فـوق و بـا هـدف تعیـین سـطح مقاومـت یـا حساسـیت بـه آتشـک در برخـی از ژنوتیپ‌های منتخب کلکسیون سیب بومی انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیـاهی مـورد اسـتفاده در ایـن پـژوهش شـامل ۲۲ ژنوتیـپ برتـر سـیب بـومی و دو رقـم تجاری سیب زرد لبنـانی (Golden Delicious) و قرمز لبنـانی (Red Delicious) بـه‌عنوان ارقـام شاهد بود (جـدول ۱). ایـن ژنوتیپ‌هـا بـر اسـاس نتایج پروژه تحقیقـاتی "ارزیـابی مقـدماتی سـیب بـومی کشـور از سـال ۱۳۸۵ الـی ۱۳۸۹" از خصوصیات مطلوبی از جمله طعم و بازارپسـندی در دو ایستگاه تحقیقات باغبـانی کـرج و ارومیـه برخوردار هستند (Alizadeh *et al.*, 2012). در تابستان ۱۳۹۲، پیوندک‌ها از درختـان کلکسـیون سـیب بـومی در ایسـتگاه کمالشـهر کـرج تهیـه و روی پایه بذری پیونـد شـدند. نهال‌هـای پیونـدی در زمسـتان ۱۳۹۳ بـه گلـدان‌های ۲۰ کیلـویی منتقل و در گلخانـه بـا نـور و دمـای طبیعـی قـرار گرفتنـد. رطوبـت گلخانـه بـا آب پاشـی روزانـه کف و بسترهای شـنی موجـود در گلخانـه تـامین می‌شد.

آزمون ارزیابی مقاومـت بـه بیمـاری آتشـک در دو سـال متـوالی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ انجـام شـد. بـه‌منظور تهیـه مایـه تلقـیح، چهـار سـویه بـاکتری *E. amylovora* کـه قـبلاً از نمونـه‌های بـرگ و میـوه آلـوده سـیب از اسـتان‌های البـرز، خراسـان رضوی، کردستان و آذربایجان غربی جداسـازی و شناسایی شده بودند، مورد استفاده قرارگرفتنـد (Maleki Balajoo *et al.*, 2011). بـرای تهیـه مایه تلقیح، کشت سه روزه سویه‌ها که بـر سـطح آگـار غـذایی (Nutrient agar) در دمـای ۲۵ درجـه سـانتی‌گراد رشـد کـرده بودنـد، در آب مقطـر اسـتریل حـل شـدند و غلظـت سوسپانسـیون‌های حاصـل توسط اسپکتروفتومتر در طول مـوج ۶۶۰ نـانومتر روی ۰/۲ (معـادل 10^8 cfu/ml) تنظـیم شـد (Baysal and Zeller, 2004). سپس حجم‌های مساوی از آن‌هـا بـا هـم مخلـوط و بـه‌عنوان مایـه تلقیح مورد استفاده قرار گرفت.

مایـه‌زنی نهال‌هـا بـا اسـتفاده از روش تلقـیح سرشاخه در شرایط گلخانه‌ای انجام شـد. بـه ایـن

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های انتخابی سیب بومی و برخی خصوصیات برجسته آن‌ها

Table 1. List of selected local apple genotypes and some of their outstandin gattributes

Genotype	ژنوتیپ	Ripening time	زمان رسیدن	Eating quality	کیفیت خوراکی	Marketability	بازارپسندی	Outstanding attributes	خصوصیات برجسته
Esmail Beigi (A-B)	اسماعیل بیگی	Summer	تابستان	Good	خوب در کرج	Good	خوب	Pest/disease resistant, high yield	مقاوم به آفات وبیماری ها، باردهی بالا
Beigi Kenare Roudkhaneh (B-K-KH)	بیگی کنار رودخانه	Autumn	پائیز	Good	خوب	Good	خوب	Excellent storability	انبارمانی خیلی زیاد
DAT1	دانهال تصادفی	Summer	تابستان	Very good	بسیار خوب	Good	خوب	High storability, firm and juicy flesh, aromatic, large fruit size	عمر قفسه ای بالا، عطر و طعم ویژه، بافت سفت و آبدار، اندازه میوه درشت
Dorageh Paeezeh Shirin (DO-PS)	دورگه پائیزه شیرین	Late summer	اواخر تابستان	Good	خوب	Good	خوب	Aromatic	معطر
Qish Almasi (GHI-A)	قیش آلماسی	Summer	تابستان	Acceptable	قابل قبول	Good	–	Low alternative bearing, high storability, firm flesh, late-leafing, good fruiting habit	سال آوری کم، انبارمانی زیاد، بافت سفت، دیر برگده، عادت باردهی خوب
Golden Asiyaee (Go-A)	گلدن آسیایی	Autumn	پائیز	Good	خوب	Good	خوب	-	–
Golab Qermez (GO-GH)	گلاب قرمز	Summer	تابستان	Good	خوب	Good	خوب	Low alternative bearing, high yield	سال آوری کم، پربار
Golab Eesmaili (GO-N3)	گلاب اسمعیلی	Summer	تابستان	Good	خوب	Good	خوب	Very aromatic	خیلی معطر
Kuzehee Salmas (GO-SA)	کوزه ای سلماس	-	–	-	–	-	–	Egg-shaped fruit, late-flowering, good fruiting habit	شکل میوه تخم مرغی کشیده، دیر گل، عادت باردهی خوب
Haji Qermez (H-GH)	حاجی قرمز	Summer	تابستان	Fairly good	نسبتا خوب	Fairly good	نسبتا خوب	Red flesh, drought resistant	گوشت قرمز، مقاوم به خشکی
KH-2	بذری	Summer	تابستان	Excellent	عالی	Good	خوب	Aromatic	معطر
Meshki 2 Damavand (M2)	مشکی ۲ دماوند	Summer	تابستان	-	–	Good	خوب	Low alternative bearing, good storability, relatively resistant to codling moth	سال آوری کم، انبارمانی بسیار خوب، نسبتا مقاوم به کرم سیب
Meshkin Shar 4 (ME4)	مشکین شهر ۴	-	–	Good	خوب	Good	خوب	Sour aromatic fruit	میوه ترش و معطر
Malayer 5 (M-N5)	ملایر ۵	-	–	Good	خوب	Good	خوب	Juicy, sweet and aromatic fruit, cold resistant	میوه ابدار شیرین معطر، مقاوم به سرمازدگی
Malayer 8 (M-N8)	ملایر ۸	Summer	تابستان	Good	خوب	Good	خوب	–	–
SBA	بذری	Late summer	اواخر تابستان	Good	خوب	Good	خوب	-	–
Shemirani Tabestaneh (SH-2)	شمیرانی تابستانه	Late summer	اواخر تابستان	Fairly good	نسبتاً خوب	Good	خوب	-	–
Shemirani Dirras (SH-D)	شمیرانی دیررس	-	–	Good	خوب	Good	خوب	-	–
SSB	بذری	late summerL	اواخر تابستان	Good	خوب	Good	خوب	-	–
Taleghan 5 (T5)	شماره ۵ طالقان	Autumn	پائیز	-	–	Good	–	-	–
Torsh Alma (T-A)	ترش آلما	-	–	-	–	Good	–	Drought/pest/disease resistant, high storability, firm flesh, good fruiting habit	مقاوم به خشکی، آفات و بیماریها، انبارمانی زیاد، بافت سفت، عادت باردهی خوب
Torbati (T-R1)	تربتی	Early autumn	اوایل پائیز	Good	خوب	Good	خوب	Spur-type	اسپور تایپ
Golden delicious	زرد لبنانی	–	–	–	–	–	–	–	–
Red delicious	قرمز لبنانی	–	–	–	–	–	–	–	–

منظور، در اواسط بهار نوک سرشاخه‌های جوان به‌طول تقریبی ۳۰-۲۰ سانتی‌متر توسط سرنگ انسولین تلقیح شدند. پنج هفته پس از مایه‌زنی، شدت بلایت بر اساس نسبت طول منطقه نکروز شده به طول شاخه مایه‌زنی شده و با احتساب کلیه شاخه‌های مایه‌زنی شده، اندازه‌گیری شد (Le Lezec and Paulin,1984). سپس بر اساس شدت آلودگی بیماری بلایت، ارقام در گروه‌های مقاوم تا بسیارحساس رده‌بندی شدند: ٪۰-۲۰: مقاوم، ۴۰-۲۰٪: نیمه‌مقاوم، ۶۰-۴۰٪: نیمه حساس، ۸۰-۶۰٪: حساس و ۱۰۰-۸۰٪: بسیارحساس (Le Lezec *et al*., 1997). آب مقطر استریل با روش فوق به عنوان شاهد منفی در دو رقم سیب زرد لبنانی (Golden Delicious) و قرمز لبنانی (Red Delicious) به‌کار برده شد.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تکرار (دو شاخه از شش نهال) در دو سال (۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس موازین طرح بلوک‌های کامل تصادفی، و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن توسط نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

علائم اولیه بیماری بلایت در نهال‌های مایه‌زنی شده دو روز پس از مایه زنی با افتادگی سرشاخه‌ها در ژنوتیپ‌های حساس آغاز شد. سپس به‌تدریج، نوک شاخه‌ها سرعصایی و سیاه شدند و با گسترش بیماری بلایت، ابتدا رگبرگ‌ها و سپس پهنه برگ‌ها سیاه و بافت مرده شده و تا خاتمه یادداشت‌برداری (۳۵ روز پس از مایه‌زنی) برگ‌ها به‌طور کامل خشک شدند. در طی این دوره، سرعت پیشروی علائم در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود، به گونه‌ای که در ژنوتیپ‌های مقاوم، نکروز ایجاد شده به نوک شاخه‌ها محدود ماند، یا اصولاً علائم قابل توجهی ایجاد نشد، اما در ژنوتیپ‌های حساس مانند شمیرانی تابستانه، بخش زیادی و گاهی کل شاخه خشک و بلایت از شاخه به تنه نیز گسترش یافت. علائم مشابهی از آتشک در آزمایشات قبلی بر روی ژنوتیپ‌های بومی سیب گزارش شده است (Gorgizadeh *et al*., 2015; Maleki Balajoo *et al*., 2011).

تجزیه واریانس مرکب داده‌های شدت بیماری بلایت نشان داد ژنوتیپ‌های سیب از نظر شدت آلودگی بیماری بلایت تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ۲). تجزیه واریانس مرکب داده‌های اثر سال بر شدت آلودگی بیماری بلایت معنی‌دار بود. میانگین شدت آلودگی به بیماری بلایت در سال ۱۳۹۴ به میزان ۲۴/۵۴ درصد و بیشتر از سال ۱۳۹۵ که میزان آلودگی ۱۷/۶۸ درصد بود و نشان می‌دهد شدت بیماری آتشک در سال دوم کمتر از سال اول بود که می‌تواند ناشی از تاثیر شرایط آب و هوایی و کاهش حساسیت به آتشک باشد. اثر متقابل ژنوتیپ × سال معنی‌دار نبود، بدین معنی که

جدول۲- تجزیه واریانس مرکب برای شدت بیماری آتشک در ژنوتیپ‌های بومی سیب
Table 2. Combined analysis of variance for severity of fireblight disease in local apple genotypes

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean squares
Genotype (G)	ژنوتیپ	23	2661.38**
Year (Y)	سال	1	2721.18*
Replication / Y	خطای سال	25	352.54ns
G × Y	ژنوتیپ × سال	23	388.41ns
Error	خطا	158	198.10
Total	کل	230	
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		46.19

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
ns: غیر معنی‌دار.

* and** : Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.
ns: Not- significant.

سطح مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ روند مشابهی داشت.

در سال اول، ژنوتیپ M-N8 حساس‌ترین و ژنوتیپ‌های DO-PS، GO-SA و T-R1 مقاوم‌ترین تشخیص داده شدند (جدول ۳). رقم شاهد قرمز لبنانی (Red Delicious) مقاوم و زرد لبنانی (Golden Delicious) نیمه مقاوم ارزیابی شدند. رقم قرمز لبنانی (Red Delicious) بر اساس منابع بین‌المللی نیز مقاوم گزارش شده (Beckerman, 2016). اما رقم زرد لبنانی (Golden Delicious) در برخی منابع مقاوم (Sansavini *et al.*, 2005; Zeller, 1983) و در برخی حساس (Beckerman, 2016) گزارش شده است. حاج نجاری و همکاران (Hajnajari *et al.,* 2012)، این دو رقم را نیمه مقاوم ارزیابی کردند. در مجموع، برآیند نتایج سایر تحقیقات و تحقیق حاضر نشان می‌دهد که رقم زرد لبنانی (Golden Delicious) حساس‌تر از رقم قرمز لبنانی (Red Delicious) است. در سال دوم، ژنوتیپ بذری (SSB) حساس‌ترین و ۱۳ ژنوتیپ شامل T5، H-GH، GO-N3، T-A، GO-A، SBA، T-R1، GO-GH، GO-SA، B-K-Kh، A-B، ME5 و عباسی مقاوم‌ترین تشخیص داده شدند (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم شمیرانی تابستانه حساس‌ترین ژنوتیپ بود (جدول ۳). به طوری که در انتهای دوره یادداشت برداری، به‌طور میانگین ۶۰/۷۹ درصد طول شاخه‌های مایه‌زنی شده آن بافت مرده و خشک شده بود. ژنوتیپ‌های GO-SA، T-R1 و B-K-Kh مقاوم بودند و به‌طور میانگین به ترتیب ۴/۰۶ درصد، ۵/۰۲ درصد و ۵/۳۲ درصد طول شاخه‌های مایه‌زنی شده آنها بافت مرده بود

جدول ۳- مقایسه میانگین شدت آلودگی به بیماری آتشک در ژنوتیپ‌های بومی سیب
در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

Table 3. Mean comparison of fireblight disease severity in local apple genotypes in 2015 and 2016

Genotype ژنوتیپ	۱۳۹۴ 2015		۱۳۹۵ 2016		میانگین دو ساله Two-years average	
	شدت بلایت Blight severity	واکنش Reaction	شدت بلایت Blight severity	واکنش Reaction	شدت بلایت Blight severity	واکنش Reaction
M-N8	68.64a	S	32.85cde	MR	38.81abcd	MR
شمیرانی تابستانه Shemirani Tabestaneh	62.19ab	S	58.00ab	MS	60.79a	S
شمیرانی دیررس Shemirani Dirras	60.40ab	S	38.47cd	MR	50.08ab	MS
SSB	57.80abc	MS	63.69a	MR	59.11a	MS
M2	44.86bc	MS	50.00abc	MS	46.57abc	MS
T5	37.51cd	MR	6.31f	R	27.11cdef	MR
GO-GH	35.85cde	MR	4.74f	R	26.96cdef	MR
M-N5	32.89defg	MR	ND	ND	ND	MR
زرد لبنانی Golden Delicious	27.23defgh	MR	18.85def	MR	23.04def	MR
عباسی گرد Abbasi Gerd	26.54efgh	MR	6.21f	R	16.38def	R
ME4	19.64efgh	R	17.19def	R	18.54def	R
GO-A	18.04efgh	R	6.63f	R	12.33ef	R
SBA	15.33efgh	R	5.87f	R	8.24ef	R
KH-1	14.92efgh	R	46.21abc	MS	30.57bcde	MR
A-B	13.89efgh	R	2.39f	R	8.14ef	R
ME6	13.35efgh	R	11.37ef	R	12.63ef	R
H-GH	13.06efgh	R	8.49f	R	10.78ef	R
DAT1	13.01efgh	R	ND	ND	ND	ND
ME5	10.66gh	R	9.71f	R	10.25ef	R
GO-N3	10.23gh	R	7.82f	R	9.02ef	R
T-A	9.53gh	R	7.20f	R	8.13ef	R
B-K-Kh	7.54gh	R	3.09f	R	5.32f	R
GHI-A	7.52gh	R	32.01cde	MR	14.47ef	R
T-R1	4.71h	R	5.33f	R	5.02f	R
GO-SA	4.39h	R	3.38f	R	4.06f	R
DO-PS	4.12h	R	14.62ef	R	7.27ef	R
قرمز لبنانی Red Delicious	3.40h	R	ND	ND	ND	ND

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

- برای اختصارات نام ژنوتیپ‌ها لطفاً به جدول ۱ مراجعه کنید.

Mean, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 1% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

- For abbreviations of genotyps' name, please refer to Table 1.

S: Susceptible حساس
MS: Moderately susceptible نیمه حساس
MR: Moderately resistant نیمه حساس
R: Resistant مقاوم
ND: Not done انجام نشد

(جدول ۳).

رده‌بندی ژنوتیپ‌های سیب در گروه‌های مختلف مقاومتی با استفاده از مقیاس لی‌لزک و همکاران (Le Lezec *et al.*, 1997) نشان داد که ۴/۱۲ درصد ژنوتیپ‌ها (شمیرانی تابستانه) حساس، ۱۲/۵ درصد ژنوتیپ‌ها

(شمیرانی دیررس، SSB، M2) نسبتاً حساس، ۲۱/۷ درصد ژنوتیپ‌ها (T5، KH-1، M-N8، GO-GH، M-N5) نسبتاً مقاوم و ۶۲/۵ درصد ژنوتیپ‌ها (۱۵ ژنوتیپ باقیمانده) مقاوم بودند و هیچ کدام از ژنوتیپ‌ها بسیار حساس نبود (جدول ۴).

جدول۴- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های بومی سیب بر اساس نتایج دوساله شدت آتشک با استفاده از مقیاس لی لزک و همکاران (Le Lezec *et al*., 1997)

Table 4. Grouping of local apple genotypes based on fireblight disease severity based on two-years results using Le Lezec *et al.* (1997) scale

حساس Susceptible	نیمه حساس Moderatery susceptible	نیمه مقاوم Moderately resistant	مقاوم Resistant		
SH-2	SSB	M-N8	Abbasi Gerd	H-GH	T-R1
	SH-D	KH-1	ME4	ME5	GO-SA
	M2	T5	GO-A	GO-N3	DO-PS
		GO-GH	SBA	T-A	GHI-A
		MN-5	ME6	B-K-KH	A-B

- برای اختصارات نام ژنوتیپ‌ها لطفاً به جدول ۱ مراجعه کنید.

- For abbreviations of genotyps' name, please refer to Table 1.

با توجه به شدت و اهمیت خسارت بیماری آتشک، برنامه‌های به‌نژادی متعددی بر پایه به‌گزینی ارقام مقاوم، بالا بردن مقاومت ذاتی گیاه و شناسایی ارقام بسیار حساس یا مستعد آلودگی (ناشی از شکوفه‌دهی ثانویه و اسپورتاپینگ) در کشورهای آلوده انجام شده‌است (Peil *et al*., 2009; Toth *et al*. 2006; Laux and Zeller, 2006; Fischer and Fischer, 1999; Fischer and Ritcher, 1993; Aldwinckle and van der Zwet, 1979).

چنین برنامه‌های به‌گزینی کماکان در حال اجرا هستند که از آن میان می‌توان به برنامه اتحادیه اروپا تحت عنوان "سلامت درختان میوه دانه‌دار" (Pome Fruit Health) در قالب European Cost-Action 864 که از سال ۲۰۰۷ شروع شده است، اشاره نمود (Peil, 2009). مشخصات این برنامه‌ها توسط بل و همکاران (Bell *et al*., 1996) و جانیک و همکاران (Janick *et al*., 1996) گزارش شده و همگی دال بر تفاوت در سطوح مقاومت ارقام مختلف سیب به بیماری آتشک می‌باشد (Gassmann *et al*., 2014; van der Zwet *et al*., 2012; Sobiczewski *et al*., 2006; Kielak *et al*., 2002; James *et al*., 2002).

نتایج این تحقیق نیز بیانگر این تفاوت بود و از طرفی نشان داد که درصد قابل توجهی از ژنوتیپ‌های سیب بومی منتخب مورد مطالعه مقاوم به بیماری آتشک بودند. این

نتایج تا حدودی با نتایج حاج نجاری (Hajnajai, 2012) که در بررسی ۸۹ رقم و ژنوتیپ بومی سیب در مجموع ۷۸ درصد را مقاوم تشخیص داد، موافقت دارد. در عین حال، در بررسی‌های محققان دیگری ۲۳ درصد، ۵ درصد و ۶/۷ درصد از ژنوتیپ‌های بومی سیب مقاوم بودند (Gorgizadeh *et al.*, 2016; Maleki Balajoo *et al.*, 2011; Dawoudi, 1998). در مطالعات سایر کشورها نیز سطح متفاوتی از مقاومت در میان ارقام سیب مشاهده شده است. به عنوان مثال، در حالی‌که تنها ۱۱/۲ درصد ارقام سیب جمهوری چک مقاوم به آتشک بودند (Korba *et al.*, 2008)، حدود ۵۰ درصد ژنوتیپ‌های سیب وحشی اسپانیا و ۵۶ درصد از ۳۹۰ رقم تجاری سیب مقاوم تشخیص داده شدند (Martinez-Bilbao *et al.*, 2009; van der Zwet and Keil, 1979).

سطح بالای مقاومت مشاهده شده در ژنوتیپ های بومی سیب می‌تواند برای معرفی و تجاری سازی آن‌ها بسیار با اهمیت باشد. به عنوان مثال، ژنوتیپ DAT1 که در مراحل نهایی تحقیقاتی برای معرفی است، مقاوم به بیماری آتشک ارزیابی شد. این ژنوتیپ دارای عملکرد بالا، عدم سال‌آوری و میوه با کیفیت (ترد، آبدار و خوش طعم) است. میوه این ژنوتیپ قابلیت حمل و نقل بالا و عمر انباری طولانی دارد و آردی نمی‌شود، میان‌رس بوده و از نظر زمان برداشت، می‌تواند شکاف عرضه سیب در بازار را جبران کند. همچنین به‌دلیل دیرگلی، خطر سرمازدگی دیررس بهاره در آن پائین است.

رقم محلی شمیرانی حساس به آتشک ارزیابی شد. این رقم بومی که از مرغوب‌ترین سیب‌های بازار تهران تا قبل از معرفی و ورود ارقام زرد لبنانی (Red Delicious) و قرمز لبنانی (Golden Delicious) بود، کماکان به دلیل خصوصیات ممتازی مانند اندازه متوسط میوه، خوشرنگی، شیرینی، عطر، انبارمانی بالا و دیررسی، مقبولیت بالایی دارد اما حساسیت آن به بیماری آتشک به‌خصوص برای کشت در مناطق مستعد بیماری از جمله ضعف‌های آن به شمار می‌آید.

ارقام تجاری زرد لبنانی (Red Delicious) و قرمز لبنانی (Golden Delicious) که به‌طور وسیعی در باغات سنتی و قدیمی کشور کشت شده اند، نیمه مقاوم ارزیابی شدند. این دو رقم و نتاج آن‌ها مانند ارقام فوجی (Fuji)، گالا (Gala)، امپایر (Empire) و موتسو (Motso) در سطح جهانی نیز بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده اند (Hokanson *et al.*, 1997). مقاومت این دو رقم موجب شده است که بیماری آتشک در سیب بی اهمیت قلمداد شود در حالی‌که اکثر ارقام جدید و مطرح مانند Beacon، Cortland، Fuji، Gala، Granny Smith، Honey Gold، Idared، Jonathan، Lodi، Monroe، Mutsu، Paulared، Rome Beauty، Wayne، Zesta،

Wealthy و Yellow Transparent به آتشک حساس هستند و از همین روست که مقاومت به بیماری آتشک جزو صفات کلیدی در فرآیند معرفی رقم در محصول سیب به‌خصوص برای کشت در مناطق مستعد بیماری می‌باشد (Bekerman, 2016).

در مجموع، بر ساس نتایج این پژوهش، سطح مقاومت برخی ژنوتیپ های گزینش شده بومی سیب به بیماری آتشک مشخص شد که می‌تواند در روند معرفی و تجاری سازی آن‌ها حائز اهمیت باشد.

سپاسگزاری

نگارندگان از مدیریت بخش تحقیقات میوه‌های معتدله سردسیری مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی برای فراهم آوردن امکانات برای اجرای این پژوهش سپاسگزاری می کنند.

References

Aldwinckle, H. S., and van der Zwet, T. 1979. Recent progress in breeding for firebligth resistance in apples and pears in North America. EPPO Bulletin 9: 13-25

Alizadeh, A., Damyar, S., Hajnajaree, H., Dastgerdi, R., and Mohammad Rezaee, R. 2012. Preiliminary evaluation of vegetative and reproductive characters of local apple germplasm. Research project final report No. 41943, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj (in Persian).

Anonymous. 2014. Fireblight disease caused 120 milliard Rials losses to Sedeh orchards. https://www.farsnews. com/news/13930623001512

Anonymous. 2016. Fireblight (*Erwinia amylovora*). http://www.plantwise.org.

Baumgartner, I. O., Leumann, L. R., Frey, J. E., Joos, M., Voegele, R. T., and Kellerhals, M. 2012. Breeding apples to withstand infection pressure by fire blight and other diseases. pp. 14-21 In: Proceedings of the 15th International Conference of Organic Fruit-Growing, Hohenheim, Germany

Baysal, O., and Zeller, W. 2004. Extract of *Hedera helix* induces resistance on apple rootstook M26 similar to Acibenzolar-S-methyl against fireblight (*Erwinia amylovora*). Physiological and Molecular Plant Pathology 65: 305-315.

Beckerman, J. 2016. Disease susceptibility of common apple cultivars. Purdue University Publication BP-132-W.

Bell, R. L., Quamme, H. A., Layne, R. E. C., and Skirvin, R. M. 1996. Pears. pp. 441-514. In: Janick, J., and Moore, J. N. (eds.) Fruit breeding, Tree and Tropical Fruits (Vol. I). John Wiley & Sons, New York.

Cooley, D. R., Autio, W. R., Clements, J. M., Cowgill, W. P., and Spitko, R. 2008. Annual fire blight management programs for apples. University of Massachusetts Extension. Available on: http://www.umass.edu/ fruitadvisor/factsheets/F133.pdf.

Dawoudi, A. 1998. Evaluation of a number of apple and pear cultivars to fire blight disease. M. Sc. Thesis, Tabriz University, Tabriz, Iran. 199 pp (in Persian).

Fischer C., and Fischer, K. 1999. Results on fireblight resistance in Pillnitz apple breeding programme. Acta Horticulturae 489: 279-285.

Fischer, C., and Richter, K. 1993. Breeding for fireblight resistance in apple. Acta Horticulturae 338: 413-414.

Gassmann, J., Hunziker, K., and Kellerhals, M. 2014. Evaluation of traditional pome fruit genetic resources in Switzerland. Acta Horticulturae 1056: 243-245.

Gorgizadeh, N., Keshavarzi, M., Damyar, S., and Naeemi, M. 2015. Reliability of shoot-tip-inoculation method and relative resistance to fireblight in some cultivars and genotypes of apple. Seed and Plant Improvement Journal 31: 629-640 (in Persian).

Gusberti, M., Klemn, U., Meier, M. S., Maurhofer, M., and Hunger- Glaser, I. 2015. Fire blight control: the struggle goes on. A comparison of different fire blight control methods in Switzerland with respect to biosafety efficiency and durability. International Journal of Environmental Research and Public Health 12 (9): 11422-11447.

Gwynne, D. C. 1984. Fire blight in perry pears and cider apples in the south west of England. Acta Horticulturae 151: 41-48.

Hajnajari, H. 2012. Screening 89 apple cultivars for resistance to fire blight disease using USDA syatem in Karaj condition. Crop Protection 26: 261-268 (in Persian)

Hassanzadeh, N., and Keshavarzi, M. 2007. Fireblight in Iran: past and current situation. pp. 132-135. In: Proceedings of the International Conference of Improvement Fruit, Small Fruit, Nuts and Vine Assortment Under Present Management. Belarus.

Hokanson, S. C., Luby, J. J., Djangaliev, A. D., and Aldwinckle, H. S. 1997. Collecting and managing wild Malus germplasm in its center of diversity. Hortscience 32:173-178.

James, J., Luby, P., Alspach, A., Vincent, G. M., and Oraguzie, N. C. 2002. Field resistance to fire blight in a diverse apple (*Malus* sp.) germplasm collection. Journal of the American Society for Horticultural Sciences 127: 245-253.

Janick, J., Cummins, J. N., Brown, S. K., and Hemmat, M. 1996. Apples. pp. 1-77. In: Janick, J., and Moore, J. N. (eds.) Fruit Breeding, Tree and Tropical Fruits (Volume I), John Wiley & Sons, New York.

Kellerhals, M., Baumgartner, I. O., Leumann, L., Lussi, L., Schütz, S., and Patocchi, A. 2014. Breeding high quality apples with fire blight resistance. Acta Horticulturae 1056: 225-230.

Kellerhals, M., Dolega, E., Dilworth, E., Koller, B., and Gessler, C. 2000. Advances in marker-assisted apple breeding. Acta Horticulturae 538: 535-540.

Kielak, K., Sobiczewski, P., and Pulawska, J. 2002. Overwintering of *Erwiniaamylovora* in naturally and artificially infected apple shoots. Acta Horticulturae 590: 157-162.

Korba, J., Sillerova, J., and Kuidela, V. 2008. Resistance of apple varieties and selections to *Erwinia amylovora* in the Czech Republic. Plant Protection Sciences 44: 91-96.

Laux, P., and Zeller, W. 2006. Fireblight resistance in extensive pome fruit production in Germany. Acta Horticulturae 704: 531-534.

Le Lezec, M., and Paulin, J. P. 1984. Shoot susceptibility to fire blight of some apple cultivars. Acta Horticulturae 151: 277-287.

Le Lezec, M., Lecomte, P., Laurens, F., and Michelesi, J. C. 1997. Sensibilite varietale au feu bacterian (1re partie). L'Arboriculture Fruitere 503: 57-62.

Lecmote, P., Pauline, J. P., and Billing, E. 1998. Fire blight risk assessment during bloom in an experimental orchard using BIS (Billing's Integrated System). European Journal of Plant Pathology 104: 667-675.

Lespinasse, Y., and Aldwinckle, H. S. 2001. Breeding for resistance to fire blight. Pp. 250-257. In: Vanneste, J. L. (ed.) Fire Blight, the Disease and Its Causative Agent. CAB International, Wallingford, UK.

Longstroth, M. 2000. The 2000 fire bligth epidemic in southwest Michigan. Michigan State University-extension, Van Buren County. http://www.canr.msu.edu.

Luby, J. J., Alspach, P. A., Bus, V. G. M., and Oraguzie, N. C. 2002. Field resistance to fire blight in a diverse apple (*Malus* sp.) germplasm collection. Journal of American Society for Horticultural Sciences 127: 245-253.

Maleki Balajoo, O., Keshavarzi, M., Rezaee- Danesh, Y., Damtar, S., and Ghafari, M. 2011. Response of some apple genotypes from local apple collection of Iran to *Erwinia amylovora*. Seed and Plant Journal 27: 25-36 (in Persian)

Mani, E., Hasler, T., and Charrière, J. D. 1996. How much do bees contribute to the spread of fire blight? Schweizerische Bienen-Zeitung 119: 135-140.

Martínez-Bilbao, A., Ortiz-Barred, A., Montesinos, E., and Murillo, J. 2009. Evaluation of a cider apple germplasm collection of local cultivars from Spain for resistance to fire blight (*Erwinia amylovora*) using a combination of inoculation assays on leaves and shoots. HortScince 44: 1223-1227.

Momol, E. A., Momol, M. T., Norelli, J. L., Beer, S. V., Burr, T. J. and Aldwinckle, H. S. 1999. Relatedness of *Erwinia amylovora* strains based on amplified 16s- 23s ribosomal DNA restriction enzyme analysis- ARDREA. Acta Horticulturae 489: 55-59.

Norelli, J. L., Jones, A. L., and Aldwinckle, H. S. 2003. Fire blight management in the twenty-first century using new technologies that enhance host resistance in apple. Plant Disease 87: 756-765.

Peil, A., Bus, V. G. M., Geider, K., Richter, K, Flachowsky, H., and Hanke, M.-V. 2009. Improvement of fire blight resistance in apple and pear. International Journal of Plant Breeding 3: 1-27.

Sansavini, S., Belfanti, E., Costa, F., and Donati, F. 2005. European Apple Breeding Programs Turn to Biotechnology. Chronica Horticulturae 45: 16-19.

Szobiczewski, P., Żurawicz, E., Berczyński, S., and Lewandowski, M. 2006. Fire blight susceptibility of new apple cultivars and clones from Poland. Acta Horticulturae 704: 551-556.

Toth, M., Kasa, M., Gonder, M., Honty, K., and Hevesi, M. 2006. First results of fireblight resistance screening in a Hungarian apple breeding program. Acta Horticulturae 704: 345-550.

van der Zwet, T., and Keil, H. L. 1979. Fire Blight: A Bacterial Disease of Rosaceous Plants. In: Agricultural Handbook No. 510. United States Department of Agriculture, Washington DC, USA, 650 pp.

van der Zwet, T., Orolaza Halbrendt, N., and Zeller, W. 2012. Utilizing Host Resistance to Fire Blight. pp. 227-247. In: Fire blight: history, biology, and management. APS Press, St. Paul, Minnesota, United State of America..

Vanneste, J. L. 2001. Fire blight, the disease and Its causative agent, *Erwinia amylovora*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK. 370 pp.

Zeller, W. 1983. Resistance of pome fruit varieties to fireblight in the Fedral Republic of Germany. Acta Horticulturae 140: 35-42.